

воспользоваться схемой, показанной на рис. 1.79. Благодаря диоду выходное напряжение не может превышать значения $+5,6$ В, при этом наличие диода никак не сказывается на меньших значениях напряжения (в том числе и на отрицательных); единственное условие состоит в том, что отрицательное входное напряжение не должно достигать значения напряжения пробоя (например, для диода типа 1N914 это значение составляет -70 В). Во всех схемах семейства цифровых логических КМОП-схем используются входные диодные ограничители. Они сохраняют эти чувствительные схемы от разрушения под действием статического электричества.

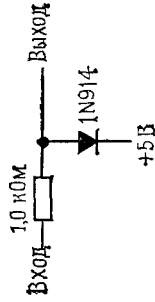


Рис. 1.79.

Упражнение 1.29. Разработайте схему симметричного ограничителя, задающего диапазон изменения сигнала от $-5,6$ до $+5,6$ В.

Эталонное опорное напряжение можно подавать на ограничитель от делителя напряжения (рис. 1.80). Если делитель напряжения

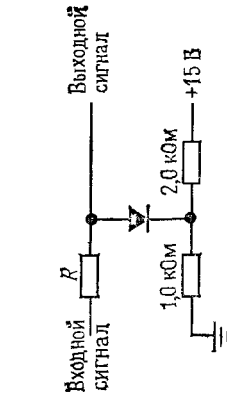


Рис. 1.80.

заменить его эквивалентной схемой, то исходная схема преобразуется к виду, представленному на рис. 1.81. Анализируя преобразованную схему, можно заключить, что импеданс со стороны выхода делителя напряжения ($R_{\text{дел}}$) должен быть мал по сравнению с сопротивлением

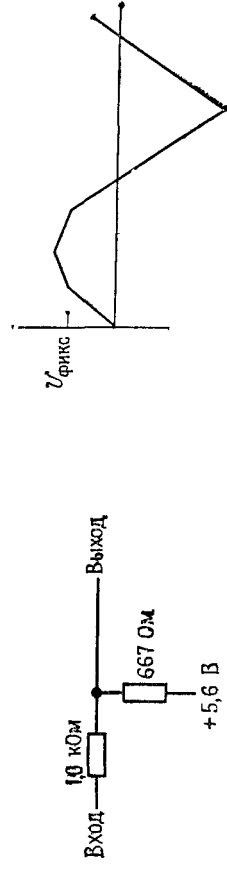


Рис. 1.82.

Р. Когда диод открыт (входное напряжение превышает напряжение ограничения), выходное напряжение совпадает с напряжением, снижаемым с делителя, при этом нижнее плечо делителя представлено эквивалентным сопротивлением (рис. 1.82). Следовательно, для указан-

ных параметров схемы выходное напряжение для треугольного входного сигнала будет иметь вид, показанный на рис. 1.83. Загруженность здесь возникает в связи с тем, что делитель напряжения не обеспечивает жесткофиксированного значения эталонного напряжения. Хорошо зафиксированный опорный эталонный сигнал не «плывет», а это значит, что источник такого напряжения обладает небольшим импедансом (имеется в виду эквивалентный импеданс).

На практике малое значение импеданса эталонного источника обеспечивается за счет использования транзистора или операционного усилителя. Такой способ, конечно, лучше, чем использование резисторов с очень малым сопротивлением, так как он не приводит к потреблению

больших токов и обеспечивает значения импеданса порядка нескольких ом и ниже. Следует отметить, что известны и другие схемы ограничения, в которых используются операционные усилители. Об этих схемах мы поговорим в гл. 3.

Интересным примером является использование ограничителя для восстановления сигнала по постоянному току в случае емкостной связи по переменному току. Смысл сказанного поясняет рис. 1.84. Подобные приемы необходимо использовать в схемах, входы которых работают аналогично диодам (например, это могут быть транзисторы с заземленным эмиттером), в противном случае при наличии емкостной связи сигнал просто пропадет.

Двусторонний ограничитель. Еще один ограничитель показан на рис. 1.85. Эта схема ограничивает «размах» выходного сигнала и дает его равным падению напряжения на диоде, т. е. приблизительно $0,6$ В. Может показаться, что это — очень малое значение, но если усилитель с большим коэффициентом усиления по напряжению, то входной сигнал для него всегда должен быть немногим больше чем 0 В, иначе усилитель попадает в режим «насыщения» (например, если коэффициент усиления составляет ± 15 В, то входной сигнал не должен превышать диапазон ± 15 мВ). Описанная схема часто используется в качестве защиты на входе усилителя с большим коэффициентом усиления.

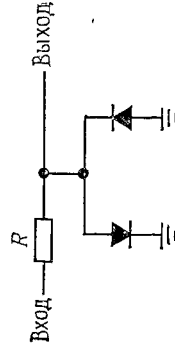


Рис. 1.85.

1000, а питающее напряжение составляет ± 15 В, то входной сигнал не должен превышать диапазон ± 15 мВ). Описанная схема часто используется в качестве защиты на входе усилителя с большим коэффициентом усиления.

Диоды как нелинейные элементы. Мы получим достаточно хорошее приближение, если будем считать, что ток через диод пропорционален экспоненциальной функции от напряжения на нем при дан-